

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
ЛАХНА Валерія Анатолійовича
доктора технічних наук, професора,
завідувача кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки
Національного університету біоресурсів і природокористування
на дисертаційну роботу **Нескородоєвої Тетяни Василівни**
«МЕТОДОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ДАНИХ СППР АУДИТА»,
що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.13.06 – «Інформаційні технології»

Актуальність теми дисертаційного дослідження

Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується швидким поширенням цифрових трансформацій, побудовою єдиного цифрового ринку ЄС, активним використанням штучного інтелекту в інформаційних системах і мережах, що забезпечують функціонування цифрової економіки. Зростання економіки України, а також її інтеграція у світову економіку не можливі без цифровізації секторів економіки та бізнесу. Один з найменших рівнів цифровізації має така сфера економіки, як аудиторська діяльність. Це особливо є критичним для України, яка за міжнародними оцінками і рейтингами має високий рівень корумпованості і тіньової економіки, а також в умовах стрімкого зростання даних цифрової економіки в комп'ютерних системах і мережах загального і спеціального призначення.

Перехід до використання сучасних інформаційних технологій вимагає нових підходів до питань інформатизації роботи податкових служб, органів фінансового контролю, надання консалтингових послуг. У межах методологічної бази та засобів, які існують у підсистемі аналізу даних системи аудиту вирішити проблему обґрунтованості і оперативності формування рекомендованих рішень не можливо.

Саме тому, актуальною проблемою є розробка методології створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних в системі аудита, що включає методи формування інформаційної і функціональної моделей предметної області аудиту, моделей і методів автоматизації аналізу великих обсягів даних з урахуванням особливостей задач аудиту.

Розробка методології створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудита, та впровадження інформаційної технології, що її реалізує є важливим для забезпечення обґрунтованості і оперативності формування рекомендованих рішень аудиту в умовах стрімкого розвитку інфраструктури та поглиблення інформатизації господарських процесів діяльності підприємств, установ та організацій та реалізації сценарію розвитку

цифрової економіки України, який передбачає появи в її структурі значної частки цифрової економіки.

Отже, можна констатувати, що обрана тема дослідження є **актуальною** та необхідною на сучасному етапі розвитку ІТ-сфери цифрової економіки України.

Актуальність також підтверджується тим, що робота виконана в рамках пріоритетних напрямів науково-технічної діяльності Міністерства освіти і науки України: інформаційні та комунікаційні технології (згідно з Законом України від 12.10.2010 № 2519-17) та відповідає тематиці наукових досліджень і науково-технічних розробок Міністерства освіти і науки на 2019-2021 роки відповідно до наказу МОН України від 28.12.2018 р., № 1466. Назва пріоритетних тематичних напрямків: (34) Інтелектуальні інформаційні та інформаційно-аналітичні технології. Інтегровані системи баз даних та знань. Національні ресурси. (37) Технології та засоби математичного моделювання, оптимізації та системного аналізу розв'язання надскладних завдань державного значення. (38) Технології та інструментальні засоби електронного урядування. Інформаційно-аналітичні системи, системи підтримки прийняття рішень. Ситуаційні центри.

Наукові дослідження виконані в межах науково-дослідних робіт, що проводилися за планами наукової та науково-технічної діяльності а ДонНУ імені Василя Стуса: «Економіко-математичні методи та моделі функціонування систем у нестабільному соціально-економічному середовищі», номер держреєстрації 0112U002345 (2012-2016); «Дослідження та комп'ютерно математичне моделювання складних систем та процесів у науці, освіті та інформаційно-комунікаційній діяльності підприємств», номер держреєстрації 0118U002394 (2018-2022); «Методи, моделі при розробці інтелектуальних, інформаційних технологій для високоефективних обчислювальних та локальних підсистем управління в проблемно-орієнтованих системах» номер держреєстрації 0106U004501 (2019-2023); "Дослідження впливу кліматичних факторів на обсяги споживання природного газу в житловому секторі" номер держреєстрації 0121U100738 (2020-2021); "Система локалізації, класифікації та трекінгу об'єктів у режимі реального часу за допомогою алгоритмів штучного інтелекту", номер держреєстрації: 0121U109526 (2020-2023).

Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення дисертаційної роботи достатньо повно обґрунтовані як у визначенні мети, формулюванні наукової гіпотези дослідження, постановки наукової проблеми, так і в процесі її вирішення.

Застосовані автором методи досліджень ґрунтувалися на використанні теорії систем та системного аналізу, теорія множин і функціонального аналізу.

штучних нейронних мереж, методи паралельної та розподіленої обробки інформації. Також, використовувались методи штучних нейронних мереж для розв'язання задачі автоматизації узагальненого аналізу великих обсягів даних. Логіко-таксономічний і логіко-нейромережевий методи при створенні методів автоматизації аналізу даних в залежності від характеристик об'єкту і процесу аудиту. Наведені наукові підходи сукупно підтверджують достовірність основних положень, висновків і рекомендацій, які наведені в даній роботі.

Наукова новизна положень і висновків

Наукова новизна отриманих результатів полягає у отриманні теоретичних та практичних результатів щодо розробки і впровадження методології створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудиту об'єктів цифрової економіки, а саме:

Вперше:

– запропоновано методологію створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудиту на основі методу узагальнено-множинної обробки інформації великих обсягів, що дозволяє вирішити проблему системного підходу та повноти аналізу даних предметної області та підвищення оперативності і обґрунтованості аудиту об'єктів цифрової економіки.

– розроблено метод створення інформаційної моделі предметної області аудиту за передумовами «Обачність», «Повнота», «Відповідність витрат і доходів», «Періодичність» на трьох рівнях аудиту на основі теоретико-множинної моделі. Запропонований метод забезпечує:

- повноту аналізу за елементами та піделементами предметної області аудиту та їх властивостями, типами даних (нумерологічні, кількісні, текстові, логічні), відображеннями та їх напрямками (прямий і зворотний) за передумовами на трьох рівнях аудиту, що дозволяє підвищити обґрунтованість рекомендованих рішень аудиту;

- узагальнено-множинний експрес-аналіз предметної області аудиту, що дозволить скоротити кількість детальних аудиторських процедур на нижньому рівні та час перевірки, що підвищує оперативність прийняття рішень;

- структурування інформації предметної області аудиту, що дозволяє забезпечити автоматичну підготовку інформації необхідної для вирішення завдань аналізу на кожному рівні, за виділеними передумовами аудиту з урахуванням типу інформації.

– розроблено метод створення функціональної моделі перетворень елементів і піделементів предметної області аудиту на основі теоретико-множинної моделі:

- по чотирьох передумовах, які є підставою для автоматизації аналізу

їх узагальнених властивостей по кожній передумові на верхніх рівнях системи аудиту і по атомарних елементах перевірки на нижньому рівні;

- за набором передумов, які є підставою для автоматизації аналізу їх узагальнених властивостей на одному рівні за всіма передумовами системи аудиту та за атомарними елементами перевірки на нижньому рівні;

- за чотирма видами інформації (нумерологічна, кількісна, текстова, логічна), який забезпечує повноту аналізу узагальнених властивостей і визначення перевірку еквівалентності атомарних елементів і дозволяє зменшити предметну область аудиту.

- логіко-таксономічний метод аналізу узагальнених властивостей елементів і піделементів предметної області аудиту за чотирма видами на основі функціональної моделі перетворень даних, який забезпечує повноту і впорядкованість аналізу узагальнених властивостей у напрямку від простих до більш складних і дозволяє скоротити час аналізу, що підвищує оперативність і обґрунтованість прийняття рішень;

- розроблено логіко-нейромережевий метод аналізу інформації предметної області аудиту, який дозволяє автоматизувати вибір моделі обробки інформації в СППР аудиту і оптимізувати його залежно від наступних характеристик об'єкта і процесу аудиту: виду інформації, передумови та режиму перевірки, що дозволяють автоматизувати формування знань, в межах функціональної моделі перетворень даних предметної області аудиту;

- *Отримав подальший розвиток* метод автоматичної обробки інформації в напрямку автоматизації узагальнено-множинного аналізу даних часових рядів предметної області аудиту на підставі:

- нейромережевої моделі резервуарних обчислень, який на відміну від існуючих має більш просту структуру нейромережевої моделі, що прискорює навчання даної моделі для режиму експрес-перевірки системи аудиту;

- нейромережевої моделі шлюзових обчислень, який на відміну від існуючих використовує параметричну ідентифікацію на основі метаевристики, що підвищує точність прогнозу для режиму поглибленої перевірки системи аудиту.

- *Удосконалено* метод автоматичної обробки інформації в напрямку автоматизації узагальнено-множинного аналізу відображень даних предметної області аудиту, який на відміну від існуючих використовує композицію нейромереж, що дозволяє масштабувати моделі для оцінювання показників аудиту складних виробничих процесів, на основі:

- детермінованої рекурентної мережі, яка враховує зворотні і незворотні відходи, напівпродукти та представляє ваги нейромережевої моделі у вигляді часток сировини, напівпродуктів, готової продукції, зворотних і

незворотних відходів, та виконує навчання на основі матриць асоціативних зв'язків, що дозволяє оцінювати показники зворотних і незворотних відходів;

- детермінованої рекурентної мережі, яка враховує напівпродукти і представляє ваги нейромережевої моделі у вигляді узагальнених показників сировини, напівпродуктів, готової продукції, і виконує навчання нейромережевої моделі на основі субтрактивної кластеризації методу та k-середніх, що прискорює навчання даної моделі в режимі експрес-перевірки системи аудиту;

- стохастичної рекурентної мережі, яка враховує напівпродукти, використовує зв'язки між стохастичними нейронами тільки сусідніх шарів і нейрони Гауса у вхідному і вихідному шарі, і виконує навчання нейромережевої моделі на основі методу контрастивної дивергенції, що дозволяє підвищити точність оцінювання в режимі поглибленої перевірки системи аудиту.

У сукупності отримані результати утворюють теоретико-інструментальну основу методології створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудита.

Автором дослідження показано, що автоматизація аналізу даних з урахуванням задач аудиту і забезпечення оперативності і обґрунтованості рекомендованих рішень можливі у разі створення інформаційної технології, яка реалізує методологію розробки інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудита.

Усі головні етапи дисертаційного дослідження реалізовано та підтверджено із застосуванням сучасних методів моделювання. В роботі поставлена та вирішена актуальна наукова проблема. Усі наукові результати висвітлені в тексті дисертації.

Автором дисертації розглянуто, обґрунтовано та досліджено нові фундаментальні наукові положення, кожне з яких у майбутньому може бути розвинене в окреме дослідження.

Практична цінність та апробація дисертаційної роботи

Проведені дослідження дали змогу розробити методологію створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудиту. Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблена методологія є основою вдосконалення інформаційного забезпечення прийняття рішень в системі аудиту цифрової економіки та підвищення оперативності і обґрунтованості аудита об'єктів цифрової економіки.

Основні результати роботи доповідалися, обговорювалися й одержали позитивну оцінку на: міжнародних конференціях: 1st International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntelITSIS 2020); 2nd International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science (MoMLeT&DS-2020); Mathematical Modeling and Simulation of

Systems (MODS'2020); VII International Conference IT&I “Information technology and interaction”, December, 02-04, Kyiv, 2020; «Комп’ютерне моделювання та оптимізація складних систем» (2016, 2017,2018), «Математичне та імітаційне моделювання систем» (2019). Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи) – 2015» (ComInt 2015), «Управління розвитком технологій» (2020) та інших.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені: на ТОВ «САЙФЕР БІС», а саме: в межах аналітики руху засобів на банківських рахунках корпорації (холдингу, групи) було розроблено модуль аналізу системи аудита для системи дистанційного обслуговування клієнтів «ELPay»; апробовані у практичній діяльності Черкаської торгово-промислової палати, зокрема в ході сприяння розробки економічно-доцільних та ефективних регуляторних процедур та проведення моніторингу щодо ефективності діяльності підприємств регіон; на базі інноваційно-спеціалізованих інжинірингових лабораторій ГО «Асоціація Ноосфера» в ході підготовки та проведення циклу онлайн вебінарів «Deep Learning». Все, що ви хотіли знати про глибинне навчання», онлайн вебінарів «Artificial Intelligence now – create your own personal assistant», що підтверджено відповідними актами впровадження та довідками апробації.

Повнота відображення основних наукових положень в опублікованих працях

За матеріалами дисертації опубліковано 33 наукові праці, з яких: 21 наукова стаття у фахових виданнях України, 5 з яких опубліковані у виданнях, що індексуються в наукометричних базах даних Scopus та/або Web o Science, 12 матеріалів конференцій.

Дисертаційна робота Нескородевої Тетяни Василівни «Методологія створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудита» складається зі вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 371 сторінку, у тому числі 343 сторінки основного тексту, 69 рисунків і 22 таблиці, 246 найменувань використаних джерел і 8 додатків.

Аналіз змісту наукових публікацій показав, що всі нові наукові положення дисертації у повній мірі відображені у друкованих працях.

Аналіз змісту дисертаційного дослідження

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, визначений зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету і визначено основні завдання, об’єкт, предмет і методи дослідження, подано наукову новизну і практичне значення отриманих

результатів із вказівкою відомостей про впровадження результатів роботи, описано особистий внесок здобувача, наведено відомості про апробацію результатів роботи і про публікації, а також структуру роботи.

У першому розділі проведено дослідження проблем аудиту підприємства на основі інформаційних технологій, що включає загальні аспекти аудиту, концепції і взаємозв'язки з ІТ обліку і аудиту підприємства; аналіз характеристик користувачів і предметної області аудиту; дослідження аудиту підприємств на основі інформаційних технологій. Виявлено, що відсутні теоретичні розробки необхідні при проектуванні інформаційних технологій аналізу даних як складової СППР аудиту. А саме відсутнє теоретичне обґрунтування наступних елементів: створення інформаційної моделі предметної області аудиту, яка була би основою для різноманітних процедур аналізу, що є необхідними при автоматизації перевірки по набору передумов аудиту; функціональної моделі перетворень предметної області аудиту, що враховує необхідність автоматизації узагальненого аналізу даних на верхніх рівнях і постановки задач перевірки передумов П(с)БУ. Відсутність методів автоматичного вибору моделі аналізу, в залежності від таких характеристик аудиту: режим роботи (експрес-перевірка або поглиблена перевірка), виду багатовимірних даних (часові або не часові), особливості перетворень даних при обліку різних типів виробництв. Існуючі методи інтелектуального аналізу мають один або декілька наступних недоліків: мають високу обчислювальну складність; не мають високу точність, що може бути критичним при обробці великих обсягів даних. На основі проведеного аналізу сформульовані мета та проблема дисертаційної роботи.

Другим розділом закладаються теоретичні основи методології у вигляді методу створення інформаційної моделі предметної області аудиту на основі узагальнено-множинного представлення та еквівалентних відображень даних за передумовами і рівнями системи аудиту.

Як складові методу створення інформаційної моделі предметної області аудиту представлені наступні компоненти: методика узагальнено-множинного представлення елементів і піделементів предметної області аудиту за передумовами «Обачність», «Повнота», «Відповідність витрат і доходів», «Періодичність» на трьох рівнях аудиту на основі теоретико-множинної моделі; методика формалізації атомарних елементів предметної області аудиту матеріальних витрат, та їх взаємозв'язків по передумові «Повнота» на основі моделі еквівалентних відображень; методика формалізації і класифікації характеристик елементів і піделементів предметної області аудиту.

Таким чином розроблений метод створення інформаційної моделі предметної області аудиту, що має наступні характеристики: передумова аудиту, рівень формування даних, тип даних, узагальнено-множинна характеристика

даних, етапи формування даних. Це дозволяє систематизувати вихідні дані відповідно до різноманітних задач аудиту і є основою для створення методу формування функціональної моделі перетворень даних предметної області аудиту.

Третім розділом закладаються теоретичні основи методології у вигляді методу формування функціональної моделі перетворень даних предметної області аудиту.

Функціональні моделі перетворень даних предметної області аудиту розроблені за передумовами «Обачність», «Повнота», «Відповідність витрат і доходів», «Періодичність» на трьох рівнях системи аудиту, та за набором передумов є теоретичним підґрунтям для розробки моделей і методів автоматизації узагальнено-множинного аналізу.

Запропонований логіко-таксономічний метод аналізу узагальнених властивостей підмножин елементів та піделементів предметної області аудиту, на основі кластеризації множин даних еквівалентних відображень за передумовами є теоретичним підґрунтям автоматизації аналізу даних в задачах аудиту передумов.

Четвертий розділ присвячено розробленню методів і моделей аналізу даних, які дозволяють автоматизувати формування знань, в межах функціональної моделі предметної області аудита.

Створений логіко-нейромережевий метод аналізу даних предметної області аудиту забезпечує вибір моделі в залежності від характеристики типу даних аудиту (дані часових рядів, дані відображень); виду передумови («Обачність», «Повнота», «Відповідність витрат і доходів», «Періодичність»); режиму перевірки: експрес-аудит або поглиблений аудит і параметрів режиму перевірки: час, точність.

Структура нейромережевих моделей, які є складовими цього методу сформована на основі функціональної моделі перетворень даних предметної області аудиту. Розроблені моделі забезпечують аналіз даних відображень і призначені для отримання оціночних значень показників предметної області аудита.

У п'ятому розділі описано розроблену інформаційну технологію, яка реалізує методологію створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних в системі підтримки прийняття рішень аудиту на основі моделей і методів узагальнено-множинного аналізу і еквівалентних відображень, що дозволяє забезпечити оперативність і обґрунтованість аудиту в умовах швидкого зростання даних цифрової економіки. Проведена верифікація результатів досліджень. Розроблені методи, моделі, інформаційна технологія можуть бути

використані для автоматизації аудиторської діяльності суб'єктів аудиту цифрової економіки.

У висновках сформульовані основні наукові і практичні результати роботи. Зазначено про впровадження результатів дисертаційного дослідження у діяльність ТОВ «САЙФЕР БІС»; апробацію у практичній діяльності Черкаської торгово-промислової палати; на базі інноваційно-спеціалізованих інжинірингових лабораторій ГО «Асоціація Ноосфера». Вказано, що застосування теоретичних і практичних напрацювань дослідження дасть змогу вдосконалити роботу аудиторських служб, установ податкового та фінансового контролю в умовах стрімкого розвитку цифрової економіки і здійснення цифрових трансформацій.

Загальна оцінка роботи та недоліки.

Матеріал дисертації викладений літературним стилем і відрізняється чіткістю формулювань; композиція дисертації та автореферату характеризується логічністю і послідовністю. Поставлену автором мету досягнуто, сформульовані задачі вирішено, а висновки повністю віддзеркалюють основний зміст роботи.

Разом з тим в дисертаційній роботі мають місце недоліки:

1. В першому розділі варто більшу увагу приділити питанню чому обрані зазначені 4 з 10 передумов.
2. В другому розділі не достатньо аргументовано, для чого аналізувати узагальнені властивості множин даних предметної області аудита.
3. В другому розділі незрозуміло, чому обрана передумова "Повнота" для якої виконується формалізація атомарних піделементів предметної області аудиту матеріальних витрат та їх еквівалентних відображень.
4. В третьому розділі не зазначені переваги медоїдної кластеризації перед центроїдою.
5. В четвертому розділі недостатньо розкриті переваги субтрактивної кластеризації перед кластеризацією на основі к-середніх.
6. В розділі 5 не зазначено, яка модель представлення знань використовується в СППР аудита для зберігання функціональної моделі перетворень даних аудита, яка запропонована у третьому розділі.
7. В роботі наявні пунктуаційні та синтаксичні помилки, а також описки.

Загальні висновки

Наведені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи та носять рекомендаційний характер.

Розгляд роботи в цілому дозволяє зробити висновок, що дисертаційна робота Нескородоєвої Тетяни Василівни «Методологія створення інтелектуальної інформаційної технології аналізу даних СППР аудита», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 –

інформаційні технології, є завершеним науковим дослідженням, має наукову новизну та практичну цінність.

Вважаю, що дисертація відповідає всім вимогам Атестаційної колегії МОН України, які пред'являються до докторських дисертацій (п.9, 10, 12-14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567 зі змінами та доповненнями), а її автор Нескородєва Тетяна Василівна заслуговує присудження ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри комп'ютерних систем,
мереж та кібербезпеки
Національного університету
біоресурсів і природокористування,
доктор технічних наук, професор

В.А. Лахно

